

# Inhaltsübersicht

	Seite
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Das Allgemeine Lineare Modell (ALM)</b>	<b>10</b>
2.1 Grundlagen	10
2.2 Geometrische Veranschaulichung im Variablenraum	11
2.2.1 Raumvorstellung	11
2.2.2 Punkteschwärme und Korrelationen	12
2.2.3 Zielvorgabe: Regressionsmodell	14
2.2.4 Modellvorstellung und Fallbeispiele	15
2.2.5 Lineares Modell mit einer Prädiktorvariablen	16
2.2.6 Lineares Modell mit zwei Prädiktorvariablen	20
2.2.7 Lineares Modell mit drei oder mehr Prädiktorvariablen	23
2.3 Modellgleichung	24
2.4 Kriterium der kleinsten Quadrate	26
2.5 Parameterschätzung	28
2.6 Punktschätzung und Parameterinterpretation	32
2.7 Geometrische Veranschaulichung im Personenraum	33
2.7.1 Raumvorstellung	33
2.7.2 Veranschaulichung von Korrelationen	34
2.7.3 Veranschaulichung von Einflußparametern	35
2.8 Regressionsanalytisches Anwendungsbeispiel	39
2.8.1 Grundsätzliches	39
2.8.2 Numerisches Beispiel und Modellgleichung	39
2.8.3 Schätzung der Einflußparameter	40
2.8.4 Interpretation und Punktschätzung	44
<b>3 Qualitätsbeurteilung der Modellgüte</b>	<b>45</b>
3.1 Grundsätzliches	45
3.2 Kriteriumsvarianz, erklärte Varianz und Fehlervarianz	46
3.3 Konkrete Varianz- und Quadratsummenzerlegung	50
3.4 Determinations- und Korrelationskoeffizient	52
3.4.1 Multipler Fall	52
3.4.2 Einfacher Fall	53
3.5 Standardschätzfehler und Intervallschätzung	56

3.6	Optimierung des Modells	59
3.6.1	Inkremete / Dekremente	60
3.6.2	Fallunterscheidungen	64
3.6.2.1	Orthogonaler Fall	64
3.6.2.2	Kollinearer Fall und Suppressoreffekte	65
3.7	Regressionsanalytisches Anwendungsbeispiel	67
3.7.1	Quadratsummenzerlegung und multipler Determinationskoeffizient	67
3.7.2	Punktschätzung und Konfidenzintervall	69
3.7.3	Beurteilung einzelner Prädiktorvariablen in der multiplen Prädiktionsgleichung	72
3.7.3.1	Dekrement der Prädiktorvariablen $X_1$	72
3.7.3.2	Dekrement der Prädiktorvariablen $x_2$	74
3.7.3.3	Interpretation als Inkremente	76
3.7.3.4	Suppressoreffekte	77
<b>4</b>	<b>Hypothesenprüfung im ALM</b>	<b>81</b>
4.1	Grundsätzliches	81
4.2	Hypothesenformulierung	82
4.2.1	Die Allgemeine Lineare Hypothese (ALH)	82
4.2.2	Konkrete Beispiele	83
4.2.3	Uneingeschränktes und eingeschränktes Modell	86
4.2.4	Hypothesenquadratsumme	88
4.3	Überprüfung der Hypothesen	90
4.3.1	F-Verteilung	90
4.3.2	Signifikanzbeurteilung der ALH	93
4.3.3	Inferenzstatistische Voraussetzungen	96
4.4	Regressionsanalytisches Anwendungsbeispiel	97
4.4.1	Globale Nullhypothese	98
4.4.2	Signifikanzbeurteilung der Prädiktorvariablen $X_1$	99
4.4.3	Signifikanzbeurteilung der Prädiktorvariablen $x_2$	100
<b>5</b>	<b>Lineare Modelle mit kategorialen Daten</b>	<b>103</b>
5.1	Grundsätzliches	103
5.2	Experimentelles Design	103
5.3	Zellenmittelwertekodierung	105
5.4	Erstellen der Designmatrix	106

<b>6</b>	<b>Einfaktorielle Varianzanalyse</b>	108
6.1	Versuchsplan und Beispiel	108
6.2	Designmatrix und Modellgleichung	110
6.3	Parameterschätzung	111
6.4	Prädizierte Werte	114
6.5	Quadratsummenzerlegung und multiple Bestimmtheit	116
6.6	Hypothesenformulierung	119
6.6.1	Orthogonale Kontraste	119
6.6.2	Globale Nullhypothese	121
6.7	Hypothesenquadratsumme	122
6.8	Inferenzstatistische Prüfung der Effekte	123
6.8.1	Globaler Effekt	123
6.8.2	Einzelkontraste	124
6.9	Tafel der Varianzanalyse	127
6.10	Exkurs zum t-Test	129
<b>7</b>	<b>Zweifaktorielle Varianzanalyse</b>	131
7.1	Grundsätzliches	131
7.2	Vollständig gekreuzter Versuchsplan und Beispiel	131
7.3	Designmatrix	133
7.4	Parameterschätzung	134
7.5	Prädizierte Werte	137
7.6	Quadratsummenzerlegung und multiple Bestimmtheit	139
7.7	Effekte im zweifaktoriellen Design	141
7.8	Deskriptive und inferenzstatistische Überprüfung der Effekte	143
7.8.1	Globale Effekte	143
7.8.2	Haupteffekt des Faktors A	145
7.8.3	Haupteffekt des Faktors B	150
7.8.4	Wechselwirkungseffekt A x B	153
7.9	Tafel der Varianzanalyse	159
7.10	Überprüfung von Einzelkontrasten	161
7.11	Graphische Veranschaulichung von typischen Haupteffekten und Wechselwirkungen	164
<b>8</b>	<b>Mehrfaktorielle Versuchspläne</b>	167
8.1	Grundsätzliches	167
8.2	Haupteffekte	168

8.3	Wechselwirkungen erster Ordnung	170
8.4	Wechselwirkung höherer Ordnung	172
<b>9</b>	<b>Unvollständige Versuchspläne</b>	<b>174</b>
9.1	Grundsätzliches	174
9.2	Lateinisches Quadrat	175
9.3	Hierarchisches Design	177
<b>10</b>	<b>Varianzanalyse mit Meßwiederholung</b>	<b>181</b>
10.1	Versuchsplan	181
10.2	Zellenmittelwertekodierung und Parameterschätzung	183
10.3	Quadratsummenzerlegung	184
10.4	Hypothesen und ihre Quadratsummen	185
10.5	Hypothesenbeurteilung	189
10.6	Multivariate Analyse von Meßwiederholungsdesigns	192
<b>11</b>	<b>Modellierung nichtlinearer Variablenzusammenhänge mit dem ALM</b>	<b>193</b>
11.1	Kurvilineare Regression	193
11.2	Moderatormodelle	195
<b>Anhang</b>		<b>198</b>
<b>12</b>	<b>Grundzüge der Matrixalgebra</b>	<b>199</b>
12.1	Allgemeines	199
12.2	Definitionen	199
12.3	Addition und Subtraktion	204
12.4	Skalarmultiplikation und-division	204
12.5	Transposition	205
12.6	Matrizenmultiplikation	206
12.6.1	Skalarprodukt zweier Vektoren	207
12.6.2	Produkt zweier Matrizen	208
12.6.3	Produkt einer Matrix mit ihrer Transponierten	210
12.7	Matrizendivision	212
12.7.1	Definition	212
12.7.2	Inverse Matrix	213

12.7.3	Determinanten	214
12.7.3.1	Definition	214
12.7.3.2	Determinanten von Zahlen	215
12.7.3.3	Determinanten von 2-reihigen Matrizen	215
12.7.3.4	Determinanten von 3-reihigen Matrizen	217
12.7.3.5	Determinanten von m-reihigen Matrizen	218
12.7.3.6	Eigenschaften von Determinanten	219
12.7.4	Lineare Abhängigkeit	220
12.7.5	Kofaktorenmatrix	221
12.7.6	Berechnung der inversen Matrix	222
12.8	Verknüpfungsregeln	224
12.8.1	Addieren - Addieren	224
12.8.2	Multiplizieren - Multiplizieren	225
12.8.3	Skalarmultiplikation - Matrixinversion	226
12.8.4	Transponieren - Addieren bzw. Multiplizieren	226
12.8.5	Addieren - Multiplizieren	227
<b>13</b>	<b>Rechentechnische Hinweise</b>	<b>228</b>
<b>14</b>	<b>Prüfverteilungen</b>	<b>229</b>
14.1	F-Verteilung, $a = 0.05$	230
14.2	F-Verteilung, $a = 0.01$	232
14.3	t-Verteilung, zweiseitig	234
<b>15</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>235</b>
<b>16</b>	<b>Personenregister</b>	<b>242</b>
<b>17</b>	<b>Sachregister</b>	<b>244</b>